2 The enterprising workmanship of mechanics (specialisation transformed)
2 The “niche market”, broadens
2 A new product, a new pitch – at full speed
4 People first, then the market
4 Where to find us
4 You, out in the world
4 Customised products. We listen, then interpret
4 Society in the making
6 The difference
6 The product
6 “Gothic arch” profile
6 Recirculating system. Internal recirculation
8 Symbols and units of measure
9 Calculation elements
10 Efficiency
11 Torque and transmission power
12 Assembly types
13 Combined bending and compressive load
14 Static and dynamic load
15 Life calculation
16 Criti cal speed
17 Bending of screw due to own weight
18 Preload
19 Rigidity (daN/µm)
20 Materials
20 Protection
21 Lubrication
22 Pitch accuracy
24 Tests and certifications
25 Use and maintenance
25 Overhauls
26 Rolled recirculating ball screws
26 Range of rolled screws
27 Machining of extremities of rolled screws
28 Types of nut

3 Artigianalmente la meccanica si industria (la metamorfosi della specialità)
3 Il “mercato di nicchia”, espanso
3 Un altro passo, un altro prodotto, velocemente
5 Persone, poi mercato
5 Siamo qui
5 Voi, nel mondo
5 Ad hoc. Ascoltare per tradurre
5 Società, in divenire
7 La differenza
7 Il prodotto
7 Profilo “ad arco gotico”
7 Sistema di ricircolo.Ricircolo interno
8 Simboli ed unità di misura
9 Elementi di calcolo
10 Rendimento
11 Coppia e potenza di trasmissione
12 Tipo di montaggio
13 Carico di punta
14 Carico Statico e Carico Dinamico
15 Durata
16 Velocità critica
17 Flessione della vite dovuta al peso proprio
18 Precarico
19 Rigidezza (daN/µm)
20 Materiali
20 Protezioni
21 Lubrificazione
22 Precisione del passo
24 Controlli e certificazioni
25 Uso e manutenzione
25 Revisioni
26 Viti a ricircolo di sfere rullate
26 Gamma delle viti rullate
27 Lavorazione delle estremità delle viti rullate
28 Tipologie delle chiocciole

1960

THE ENTERPRISING WORKMANSHIP OF MECHANICS (SPECIALISATION TRANSFORMED)

Officina Meccanica B.B. has long enjoyed the reputation of being a dynamic company renowned for its reliability, versatility, and product safety. From the outset, our strategy has been to design and manufacture products (including those for today's global market) that are both competitive in terms of quality and adaptability as well as suited to the broad range of applications demanded by our ever-increasing number of customers.
Creators of innovative products, we at the Officina Meccanica B.B. have maintained superlative technological standards while doggedly focusing on offering the guarantees this type of work requires, ensuring continuity in the seamless transition from artisanal to large-scale production.

Our story, as typical as it is extraordinary, begins in the 1960s. After extensive work experience ranging from the technical up to management level in an important precision mechanics company in Bologna, owner and founder Luigi Bergonzoni (together with his extraordinary business partner Tonino Bendini) decided to patent a selection of his own designs. As we've just stated, ours is both a typical and an extraordinary story: Emilia in northern Italy was, in the post-War era, a region of mechanics and car engines, where young technicians, designers, and workers also became entrepreneurs. This entire process was underpinned by their sense of duty and sacrifice, first of all in their renowned technology colleges and then in their ability to create a network of mechanical workshops from scratch. Many of these entrepreneurs were destined to become the leaders of a new breed of industrialists who would go on to worldwide success. Bergonzoni, who firmly belongs to that era, ushered in a new "way of thinking" and a new approach to design and invention, the result of his remarkable imagination. Even though B.B. started out manufacturing a motley range of products (including screws for scooters and agricultural machinery), it rapidly specialised and grew into a manufacturing brand celebrated both in Italy and abroad for its (then) left-field idea of injecting "ingenuity" into the design formula – an ingenuity that nevertheless refused to compromise when it came to the distinctive quality that a product like ours demands. Steadily over time (and most notably since the 1970s), the company embarked on the production of a range of successful, high-end products of ever-greater precision. These products, which include the recirculating ball screws that rapidly achieved the enormous success they continue to enjoy today, were quite rightly ready to be accepted into the ISO family.

Officina Meccanica B.B. in the 1960s
Officina Meccanica B.B. negli anni '60

THE "NICHE MARKET" BROADENS

Just as the world is rediscovering a new "old industrial craftsmanship" model, the so-called niche market is expanding, inspiring fresh dynamism and taking the concept of globality to greater heights thanks to competitive pricing and inspired product proposals.

A NEW PRODUCT, A NEW PITCH – AT FULL SPEED

Knowing how to offer fast, adaptable solutions is both the company's core element and, above all, its driving force.
B.B. products – recirculating ball screws, precision rolled and ground screws, and gear mechanisms – are at the very heart of machine tools. Thanks to over fifty years' experience and an ability to "listen and interpret" in order to adapt and reinvent, the B.B. brand not only offers unique products that are constantly being tested and enhanced but also explores new ways of guaranteeing reliability.

We provide rapid services for companies working in the Italian market as well as large multinationals, all of whom need prompt solutions and swiftly delivered spare parts (as well as repairs and replacements) to keep assembly lines running smoothly and efficiently.

We are also providing more and more personalised, tailor-made products. Our stock of semi-finished products is updated in real time, and able to handle the most diverse applications at competitive prices, while maintaining standards of excellence and control.

Even though we started out as contract manufacturers (working for companies who designed and built their own machine tools) what drives our growth today is our constant commitment to adaptability and our capacity to follow and, above all, be one step ahead of major market trends.

1960

ARTIGIANALMENTE LA MECCANICA SI INDUSTRIA (LA METAMORFOSI DELLA SPECIALITÀ)

L'Officina Meccanica B.B. ha saputo presentarsi fin dalle sue origini come azienda capace di reinvenzione e, al tempo stesso, affidabilità, versatilità e sicurezza.
La nostra idea, da subito, è stata quella di creare ed offrire un prodotto, oggi anche per il mercato globale, in grado di essere competitivo per qualità e adattabilità, per i più svariati utilizzi che la nostra sempre più larga clientela richiede.
Creatori di innovazione, abbiamo voluto mantenere alti standard di tecnologia ma sempre con un'attenzione specifica per le garanzie che questo modo di lavoro esige, per passare dall'artigiano alla grande produzione senza perdere il senso della continuità.

La nostra storia inizia negli anni 60.
Ed è una vicenda al tempo stesso tipica ed eccezionale: il titolare fondatore Luigi Bergonzoni (insieme al suo "unico" socio Tonino Bendini) decide di brevettare alcuni dei suoi progetti, dopo avere maturato varie esperienze lavorative nell'area tecnica fino alla direzione di una importante azienda bolognese di meccanica di precisione.
Dicevamo storia tipica ed eccezionale: siamo negli anni e in una terra (l'Emilia della meccanica e dei motori del dopoguerra) in cui giovani tecnici, progettisti ed operai si fanno imprenditori: a partire dalla loro abnegazione, prima nelle gloriose scuole tecniche e poi nella capacità di creare da zero una rete di officine meccaniche. Tanti di questi ragazzi diventano i leader di una nuova genia industriale, che avrà successo mondiale.
Bergonzoni appartiene a quell'era, ma generando prima di tutto un nuovo "modo di pensare", ancor prima che un diverso modo di progettare e inventare, frutto anche del suo felice senso d'immaginazione.
Quindi B.B. nasce come azienda di prodotti altri, tra i quali viti per scooter e per macchine agricole, per poi in fretta specializzarsi e divenire, sempre di più, un marchio di costruttori riconosciuto in Italia, e non solo, puntando ad un'altra idea di "fantasia" nella progettazione, pur senza perdere di vista tutta quella peculiarità che vuole un prodotto come il nostro.
Ecco che, via via, soprattutto a partire dagli anni 70, cominciano ad affermarsi prodotti di alta qualità e di sempre diversa e maggiore precisione che sono pronti, a ragione, per il salto nel mondo degli standard, come per esempio le viti a ricircolo di sfere, che hanno presto il grande successo che riscontriamo ancora oggi.

IL "MERCATO DI NICCHIA", ESPANSO

Proprio nel momento di riscoperta di un antico-nuovo artigianato d'industria, il cosiddetto "mercato di nicchia" si espande, e diventa, per la forza dei prezzi e per l'originalità dell'offerta, quell'energia diversa che chiede alla globalità un altro passo.

UN ALTRO PASSO, UN ALTRO PRODOTTO, VELOCEMENTE

Ecco allora che saper rispondere alla necessità di rapidità e di adattamento è per noi elemento fondativo ma soprattutto propulsivo.
I prodotti B.B. sono il cuore delle macchine utensili: viti a ricircolazione di sfere, viti di precisione rullate e rettificate, ingranaggeria varia.
Ed è proprio grazie a questa esperienza (più di cinquant'anni), e alla nostra capacità di "ascoltare e tradurre" per adattarci e risolvere, che il marchio B.B. può presentare e offrire un altro prodotto, in continua fase di affinamento e sperimentazione, ricercando al tempo stesso altre interpretazioni del concetto di affidabilità.

Da un lato proponiamo servizi veloci per le esigenze di aziende che lavorano sul mercato italiano ed anche grandi multinazionali, che hanno la necessità del "subito": trovare nell'immediato ricambi (riparazioni e sostituzioni) per non fermare o rendere inefficienti catene di produzione interna.

Dall'altro, proponiamo sempre più prodotti personalizzabili "ad hoc". Grazie ad un magazzino di semi-lavorati aggiornato in tempo reale e in grado di far fronte alle più diverse applicazioni e ancora una volta a prezzi concorrenziali senza trascurare eccellenza e controlli.

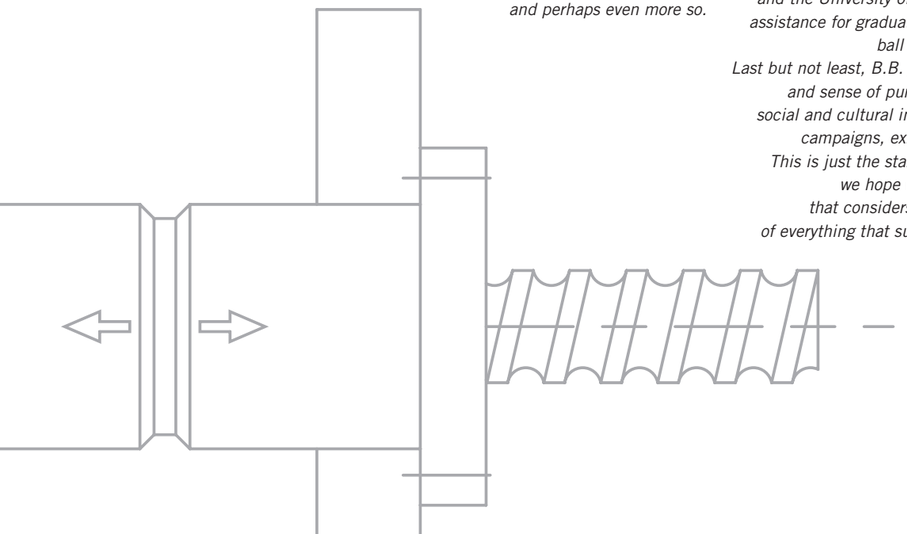
Se siamo partiti con lavorazioni per conto terzi, producendo per aziende che a loro volta progettavano e realizzavano macchine utensili, oggi la logica che ci fa spostare e crescere è quella della perenne adattabilità e capacità di inseguire e soprattutto anticipare le tendenze forti dei mercati.

PEOPLE FIRST, THEN THE MARKET

It may seem academic to even speak about human resources, but here at B.B. we are convinced that it is individuals, the parts they play and the parts they make, who define a company, regardless of the type of business. Rather than an asset, we prefer to think of this as a unique form of energy driving the company forward, compared to mere technology or the strength of capacity at the company's disposal. We believe that "competences" derive from the importance we give to people and their rights first and foremost, followed by their duties, their abilities, and their roles. The reins of business have passed through the hands of at least two generations who have handed on their experience and dedication to their work. Yet B.B. is now also a new company, ready to put its name and reputation on the line and take up fresh challenges and explore unchartered waters. Luigi Bergonzoni's children, together with many long-standing employees and fresh young students from Bologna's technical schools, strive to "leave something behind" for the next generation and the future labour market, and as such define a much broader idea of enterprise.

WHERE TO FIND US

Our headquarters are strategically located in Casalecchio di Reno, a major road, rail, and air transport hub in the heartland of the industrial area that defined the history of machine tool production in Italy. We are gradually transforming, restructuring, and innovating our offices, workshops, and, not least, communications sector – we feel, after all, that our productive offshoots and new branches are as important as our roots, and perhaps even more so.



YOU, OUT IN THE WORLD

Our screws are used in a wide variety of sectors and can be found the world over. Besides providing products for leading manufacturers of machine tools, B.B. also provides products for wood and sheet metal working machines, presses, flexographic printing, as well as many other applications in robotics and the shipping industry. From Italy to the United States and in areas as remote as China, Tibet, and Kazakhstan, our special products for railway switches are made to operate in the severest of temperatures, flawlessly withstanding extremes of heat and cold. They are simply designed to last, whatever the context.

CUSTOMISED PRODUCTS. WE LISTEN, THEN INTERPRET

Clearly, customers are pivotal to our company and our business for two reasons: first, they require an immediate response to requests of the most diverse and targeted kind, and, second, they provide the inspiration for new studies and research within and beyond the industry sector. This is why B.B. is excited and proud to take its place in a market and industrial technology sector while privileging a broader vision of theoretical and practical applications and not just focusing on competition, competitiveness, and rivalry.

SOCIETY, IN THE MAKING

For some time now, B.B. has been broadening its scope to include training, education, and other activities. We regularly collaborate with secondary technical institutions in Emilia (providing internships in our production facilities for specialised in-house training) and the University of Bologna (providing research assistance for graduate theses on our recirculating ball screws, among other things). Last but not least, B.B. puts the same determination and sense of purpose into actively supporting social and cultural initiatives promoting solidarity campaigns, exhibitions, and artistic events. This is just the start of a long-term process that we hope will further define a company that considers the world of work to be part of everything that surrounds us, of our existence, of our shared heritage.

PERSONE, POI MERCATO

Potrebbe sembrare retorico anche definire retorico il tema della "persona", ma in B.B. siamo convinti che la parte che è e fa l'uomo, sia la ragion d'essere di una azienda, qualunque essa sia.
Non vogliamo più parlare di un valore aggiunto, ma chiamarla energia "altra" che muove e sposta ben oltre, in confronto alla sola tecnologia o potenza di mezzi che l'impresa ha a disposizione.
Le "competenze" crediamo debbano nascere dal senso che si dà prima alla persona e ai suoi diritti in quanto tale, poi ai suoi doveri, alle sue capacità, ai suoi ruoli.
Biograficamente, almeno due generazioni si sono date il cambio e si sono trasmesse storia ed esperienze.
Oggi B.B. è un'azienda nuova, che deve e vuole ripartire da sé stessa, per conoscere altri assetti e geografie.
I figli di Luigi Bergonzoni (insieme ai dipendenti della prima ora, ai giovanissimi delle scuole professionali di Bologna) vogliono scoprire come muoversi per non "lasciare qualcosa soltanto agli eredi a venire" ma specialmente a tutto il mondo del lavoro per un pensiero di impresa più vasto.

SIAMO QUI

La nostra sede storica di Casalecchio di Reno, posta vicino al crocevia di grandi reti di comunicazione (stradali, ferroviarie, aeroportuali), è anche al centro di quel distretto industriale che ha fatto la storia delle macchine utensili in Italia.
E stiamo trasformando ristrutturando e innovando, step by step, uffici, stabilimento e non ultima la comunicazione stessa: i rami della crescita sono importanti come se non di più delle radici.

VOI, NEL MONDO

Le nostre viti, essendo impiegate nei più svariati settori, viaggiano ovunque. Infatti la B.B. lavora, oltre che per i maggiori costruttori di macchine utensili, anche per macchine per lavorazione legno e lamiera, presse, stampatrici flessografiche e molte sono le applicazioni nel settore della robotica e della nautica.
Dall'Italia, agli USA, fino a Cina, Tibet e Kazakistan: i nostri prodotti speciali per gli scambi ferroviari sono in grado di lavorare in condizioni di temperatura estreme, capaci di sopportare il freddo più intenso ed il caldo più torrido, senza alcuna alterazione, creati per il duraturo in tutti i sensi.

AD HOC. ASCOLTARE PER TRADURRE

È evidente come, per la nostra azienda e per la nostra impresa, la figura del cliente rappresenti un doppio fulcro: risposta alle sue più diversificate e finalizzate richieste di soluzione immediata, ispirazione per nuovi studi e ricerche dentro e fuori dai confini di settore.
Perché vorremmo fare parte di un Mercato e di un ambiente tecnologico industriale che non si fondi solo su concorrenza, agonismo, antagonismo ma anche e soprattutto che nasca dal "pensare", poi dal fare.

SOCIETÀ, IN DIVENIRE

B.B. da tempo ha tra i propri intenti quello di potersi allargare anche nel campo dell'istruzione, della scuola e non solo. Vorremmo ricordare le collaborazione che abbiamo avuto e abbiamo ancora, con gli istituti tecnici emiliani (molti i punti di scambio e gli stagisti che vengono in fabbrica per la formazione nei reparti di specializzazione) e con l'Università di Bologna (per le tesi di laurea proprio sulle nostre viti a ricircolazione di sfere).
Non ultima poi anche l'apertura dell'azienda ai temi sociali e dell'arte, a sostegno di alcune campagne di solidarietà, progetti artistici e di spettacolo, con le stesse urgenze e le stesse finalità.
È solo un inizio in divenire, che vuole perdurare nel tempo come segno caratteristico di chi pensa al mondo del lavoro come una parte del tutto che ci circonda, del nostro esistere, dei beni comuni.

THE DIFFERENCE

Recirculating ball screws are devices capable of transforming rotary movement into linear movement and vice versa.
The have the same basic characteristics as conventional screws; the main difference between recirculating ball screws and conventional screws lies in the way movement is transformed. With conventional screws, this transformation is determined by two surfaces (the screw and nut thread surfaces) sliding against each other.
In recirculating ball screws, on the other hand, transformation of movement is determined by the rolling of balls between the two surfaces. This creates a rolling friction that is much, much lower than sliding friction.
This is why recirculating ball screws have numerous advantages compared to conventional screws:

- *Firstly, they have extremely high efficiency (generally higher than 90%), making them approximately three times more efficient than conventional screws. Consequently, much less power is dissipated as heat, with evident advantages as far as applied motor and energy savings are concerned.*
- *A long working life due to excellent resistance to wear.*
- *High-speed performance capabilities.*
- *High positioning precision as a result of being able to eliminate play.*

Since they are easily installed and require no maintenance, recirculating ball screws have been successfully applied in a wide range of industries.

THE PRODUCT

The recirculating ball screw, both in its ground and rolled versions, is a component for which demand is constantly increasing, with clients requiring fast delivery times and competitive prices.
In order to satisfy these needs, Officina Meccanica B.B. has set up a production strategy that aims to meet every customer's needs. As far as screws are concerned, our warehouse is always well stocked with both finished and semi-finished products of different diameter and length in order to guarantee fast delivery times, while, in terms of nuts, B.B. is mainly involved in the production of the DIN 69051/5 type to ensure interchangeability and virtually immediate availability.
Right-hand helixes are standard; left-hand helixes can be machined on request.
Whenever customers' requirements depart from standardisation parameters, Officina Meccanica B.B. is obviously ready to provide full support in designing and appropriately sizing new, tailor-made products.

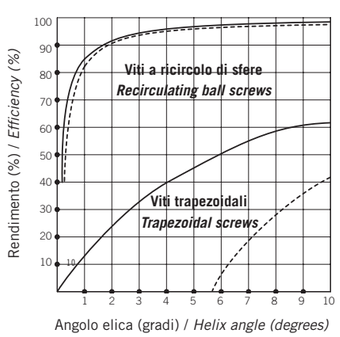
"GOTHIC ARCH" PROFILE

Recirculating ball screws manifest complex interactions between the balls and the nut rolling track and between the balls and the screw rolling track.
Following in-depth experimentation, B.B. has identified a particular rolling track profile, the so-called "gothic arch", which guarantees major advantages both in terms of the Hertzian pressure occurring between ball and screw tracks as well as axial load capacity.
This profile is made up of two symmetrical arches which have a bend radius that is larger than that of the balls themselves. These arches meet on the axis of symmetry, forming a point; the two arches are related to the ball radius in such a way as to produce an optimum contact angle.
This solution definitively prevents ball slippage or wedging.

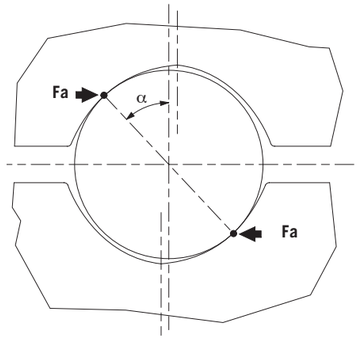
RECIRCULATING SYSTEM

Internal recirculation

With the internal recirculation system the whole rolling track of the nut is divided into several circuits in which the balls run in a closed cycle; at the end of each revolution the balls are brought back to their original position by a deviating return piece.
In order to obtain larger load capacities the number of circuits must be increased according to the information in the technical characteristics table.
For long-pitch nuts there is a system where all the balls run along the entire length of the rolling track, exiting one end and re-entering the other via special deflectors.



η_d rendimento diretto / *direct efficiency*
η_i rendimento indiretto / *indirect efficiency*



LA DIFFERENZA

Sono quegli organi atti a trasformare un moto rotatorio in moto traslatorio e viceversa.
Hanno perciò le stesse funzioni delle viti tradizionali, ma ne differiscono sostanzialmente nelle modalità di trasformazione del moto, che nelle viti tradizionali avviene mediante lo strisciamento di due superfici, quelle dei filetti della vite e della madrevite, nelle viti a ricircolo invece avviene tramite il rotolamento di sfere interposte tra tali superfici; siamo perciò in presenza non più di un attrito di tipo radente, ma di attrito di tipo volvente, estremamente più basso.
Per questo motivo le viti a ricircolo di sfere, rispetto alle viti tradizionali, presentano numerosi e notevoli vantaggi:

- Innanzitutto un elevato rendimento, di norma superiore al 90%, circa tre volte maggiore di quello delle viti tradizionali, in virtù del quale si ha minore potenza dissipata in calore, con evidenti vantaggi sia nel risparmio della motorizzazione da applicare che nel risparmio energetico.
- Lunga durata dovuta all'eccellente resistenza all'usura.
- Possibilità di funzionamento ad elevate velocità.
- Elevate precisioni nei posizionamenti, date dalla possibilità di annullare i giochi.

Le viti a ricircolazione di sfere sono state applicate con successo in svariati settori in virtù delle loro caratteristiche di semplice installazione e assenza di manutenzione.

IL PRODOTTO

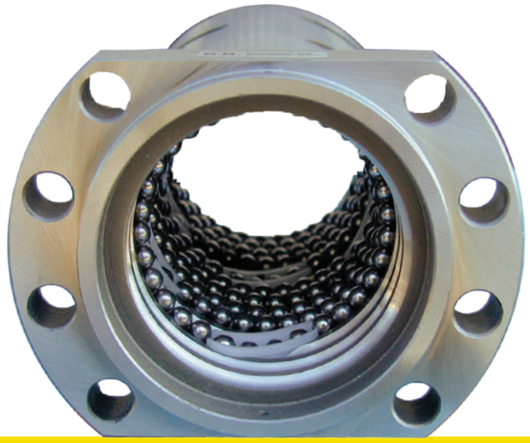
La vite a ricircolo di sfere, sia rettificata che rullata, è un componente sempre più ricercato sul mercato e il cliente richiede tempi di approvvigionamento sempre più ristretti e prezzi competitivi.
L'Officina Meccanica B.B., per venire incontro a queste esigenze, ha messo a punto una strategia di produzione tale da soddisfare, nel modo migliore, tutte le richieste, garantendo, per quello che riguarda le viti, un magazzino ben rifornito del prodotto finito o semilavorato, in vari diametri, lunghezze e passi, dal quale poter attingere con tempi rapidi di consegna; per quello che riguarda le chiocciole la B.B. si è orientata principalmente sulla produzione delle tipologie **DIN 69051/5** per garantire l'intercambiabilità e la reperibilità pressoché immediata.
Le eliche destre sono standard, mentre le eliche sinistre vengono fornite a richiesta.
Naturalmente per ogni particolare esigenza del cliente che dovesse uscire da questi parametri di standardizzazione, l'Officina Meccanica B.B. sarà pronta a seguirlo e supportarlo nella progettazione e nel dimensionamento più appropriato e personalizzato.

PROFILO "AD ARCO GOTICO"

Nelle viti a ricircolazione di sfere si manifestano complesse condizioni di pressione hertziana tra sfere e piste di rotolamento della chiocciola e tra sfere e pista di rotolamento della vite.
Dopo opportune sperimentazioni, la B.B. è giunta alla individuazione di un particolare profilo della pista di rotolamento "ad arco gotico", tale da ottimizzare le pressioni di contatto piste-sfere e la portanza al carico assiale.
Questo profilo è composto da due archi simmetrici che hanno raggio di curvatura maggiore di quello delle sfere, che si incontrano sull'asse di simmetria formando una cuspide e che sono in un particolare rapporto con il raggio della sfera in modo da generare l'angolo di contatto ottimale.
Si evita in questo modo la possibilità di strisciamento delle sfere ed il rischio di un loro incuneamento.

SISTEMA DI RICIRCOLO
Ricircolo interno

Con il sistema di ricircolo interno l'intera pista di rotolamento della chiocciola è suddivisa in tanti circuiti, percorsi a ciclo chiuso dalle sfere che, al termine di ogni giro, vengono ricondotte nella posizione iniziale da un tassello deviatore.
Per avere a disposizione una capacità di carico più elevata, è necessario aumentare il numero dei circuiti secondo le indicazioni riportate nelle tabelle delle caratteristiche tecniche.
Per chiocciole con passi lunghi, si utilizza un sistema, dove tutte le sfere percorrono la pista di rotolamento nell'intero suo sviluppo, uscendo da un estremo e rientrando dall'estremo opposto tramite appositi deflettori.



SYMBOLS AND UNITS OF MEASURE

α	*contact angle (degrees)*
ω	*angular motor acceleration (rad/s²)*
η_d	*direct efficiency (%)*
η_i	*indirect efficiency (%)*
C_a	*dynamic load (daN)*
C_o	*static load (daN)*
d_0	*nominal screw diameter (mm)*
d_m	*average screw diameter (on point of contact of balls) (mm)*
d_n	*screw core diameter (mm)*
D_w	*ball diameter (mm)*
E	*modulus of elasticity of steel (21,000 daN/mm²)*
F	*weight of screw (N)*
$F_1, F_2, ...F_n$	*axial load values (daN)*
F_a	*axial load (N or daN)*
F_m	*average axial load (daN)*
F_{max}	*maximum axial load (daN)*
F_{min}	*minimum axial load (daN)*
F_p	*combined bending and compressive load (N)*
fm	*coefficient relative to type of support*
f_{max}	*maximum bending (mm)*
k_a	*load coefficient*
kf	*bending coefficient*
L	*life expressed in revolutions*
L_h	*life expressed in hours*
l_1	*unsupported length (mm)*
M_f	*braking moment (Nm)*
M_m	*running moment (Nm)*
n	*rotation speed (RPM)*
$n_1, n_2, ...n_n$	*RPM values*
n_{cr}	*critical speed (RPM)*
n_m	*average RPM*
n_{max}	*maximum RPM*
n_{min}	*minimum RPM*
P_h	*pitch (mm)*
R_c	*nut rigidity (daN/µm)*
R_f	*rigidity of supports (daN/µm)*
R_s	*rigidity in ball contact zone (daN/µm)*
R_{tot}	*global rigidity (daN/µm)*
R_v	*screw rigidity (daN/µm)*
s	*geometric factor*
T	*working temperature (°C)*
$t_1, t_2, ...t_n$	*intervention times (% of total time)*
W	*required motor power (kW)*

SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA

α	angolo di contatto (gradi)
ω	accelerazione angolare del motore (rad/s²)
η_d	rendimento diretto (%)
η_i	rendimento indiretto (%)
C_a	carico dinamico (daN)
C_o	carico statico (daN)
d_0	diametro nominale della vite (mm)
d_m	diametro medio della vite (sul punto di contatto delle sfere (mm)
d_n	diametro di nocciolo della vite (mm)
D_w	diametro delle sfere (mm)
E	modulo di elasticità dell'acciaio (21000 daN/mm²)
F	peso proprio della vite (N)
$F_1, F_2, ...F_n$	valori del carico assiale (daN)
F_a	carico assiale (N o daN)
F_m	carico assiale medio (daN)
F_{max}	carico assiale massimo (daN)
F_{min}	carico assiale minimo (daN)
F_p	carico di punta (N)
fm	coefficiente relativo al tipo di supporto
f_{max}	flessione massima (mm)
k_a	coefficiente di carico
kf	coefficiente di flessione
L	durata espressa in numero di rivoluzioni
L_h	durata espressa in ore
l_1	lunghezza non supportata (mm)
M_f	momento frenante (Nm)
M_m	momento motore (Nm)
n	velocità di rotazione (giri/1')
$n_1, n_2, ...n_n$	valori del numero di giri (giri/1')
n_{cr}	velocità critica (giri/1')
n_m	numero di giri medio (giri/1')
n_{max}	numero di giri massimo (giri/1')
n_{min}	numero di giri minimo (giri/1')
P_h	passo (mm)
R_c	rigidezza della chiocciola (daN/µm)
R_f	rigidezza dei supporti (daN/µm)
R_s	rigidezza nella zona di contatto delle sfere (daN/µm)
R_{tot}	rigidezza totale (daN/µm)
R_v	rigidezza della vite (daN/µm)
s	fattore geometrico
T	temperatura di esercizio (°C)
$t_1, t_2, ...t_n$	tempi di intervento (% del tempo totale)
W	potenza richiesta al motore (kW)

B.B.

CALCULATION ELEMENTS

ELEMENTI DI CALCOLO

The following arguments concern calculation elements for the sizing of recirculating ball screws. In the design of any mechanism including a recirculating ball screw the following values are of significant importance:

- *combined bending and compressive load*
- *nominal life*
- *axial load*
- *critical rotation speed*
- *rigidity*

Gli argomenti che seguiranno riguardano gli elementi di calcolo per il dimensionamento delle viti a ricircolo di sfere.
Per il progetto di un meccanismo comprendente una vite a ricircolo di sfere sono importanti i seguenti valori:

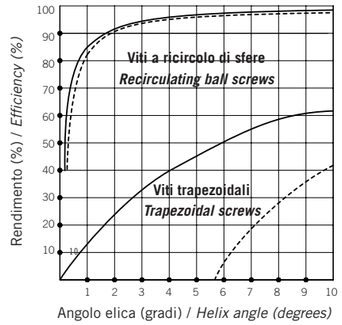
- carico di punta
- durata nominale
- carico assiale
- velocità di rotazione critica
- rigidezza

EFFICIENCY

This measure depends on the different nature of the surfaces which come into contact with each other, rotation speed of the screw and, in particular, inclination of the helix and other parameters. It is therefore extremely variable and difficult to calculate accurately. To allow approximate calculation of the necessary torques in the various movements it is advisable to refer to the diagram below: this gives approximate curves from which both direct efficiency η_d (which refers to transformation of rotary movement in translation motion) and indirect efficiency η_i (when, vice versa, it is a translation motion being transformed into a rotary movement) can be calculated.

RENDIMENTO

Questa grandezza, condizionata dalla natura delle superfici a contatto, dalla velocità di rotazione della vite, oltre che in modo più sensibile, dall'inclinazione dell'elica e altri parametri, presenta un'estrema variabilità difficilmente valutabile con esattezza. Onde consentire un calcolo approssimativo delle coppie necessarie alle varie movimentazioni, riportiamo il diagramma sottostante, evidenziando le curve indicative da cui estrapolare i valori del rendimento diretto η_d (riferito alla trasformazione del moto rotatorio in traslatorio) e del rendimento indiretto η_i (quando, viceversa, è un moto traslatorio ad essere trasformato in rotatorio).



____	η_d	*direct efficiency*	
_ _ _	η_i	*indirect efficiency*	
	d_o	*nominal screw diameter (mm)*	
	P_h	*screw pitch (mm)*	

____	η_d	rendimento diretto
_ _ _	η_i	rendimento indiretto
	d_o	diametro nominale vite (mm)
	P_h	passo della vite (mm)

$$\eta_d = \frac{1}{\frac{1 + 0{,}018 \cdot d_o}{P_h}}$$

$$\eta_i = 2 - \frac{1}{\eta_d}$$

TORQUE AND TRANSMISSION POWER

COPPIA E POTENZA DI TRASMISSIONE

M_m *Running moment required to shift load in axial direction (lead screw).*

Momento motore necessario per spostare assialmente un carico (vite conduttrice).

F_a	*axial load (N)*	F_a	carico assiale (N)
P_h	*screw pitch (mm)*	P_h	passo della vite (mm)
η_d	*direct efficiency*	η_d	rendimento diretto

$$M_m = \frac{F_A \cdot P_h}{\eta_d \cdot 6283}$$

M_f *Braking torque needed to oppose rotation of the screw produced by an axial load (lead screw).*

Momento frenante necessario per contrastare la rotazione della vite prodotta da un carico assiale (vite condotta).

F_a	*axial load (N)*	F_a	carico assiale (N)
P_h	*screw pitch (mm)*	P_h	passo della vite (mm)
η_i	*indirect efficiency (Nm)*	η_i	rendimento indiretto

$$M_f = \frac{F_A \cdot P_h \cdot \eta_i}{6283}$$

W *Required motor transmission power.*

Potenza di trasmissione richiesta al motore.

M_m	*running moment (Nm)*	M_m	momento motore (Nm)
n	*working motor speed (RPM)*	n	velocità di regime del motore (giri/1')
ω	*angular motor acceleration (rad/s²)*	ω	accelerazione angolare del motore (rad/s²)

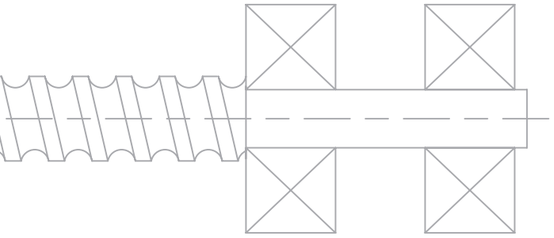
dove / *where*

$$W = M_m \cdot \omega \quad \text{(KW)}$$

$$W = \frac{M_m \cdot n}{9549{,}2} \quad \text{(KW)}$$

segue / *it follows*

$$\omega = \frac{n \cdot 2\pi}{60 \cdot 10^3} \quad \text{(rad/s2)}$$



ASSEMBLY TYPES

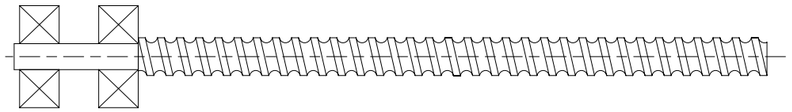
Screw assemblies may be divided into the following four types:

TIPO DI MONTAGGIO

I montaggi delle viti vengono distinti nei quattro tipi seguenti:

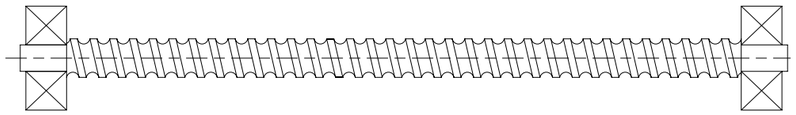
A *Screw fixed at one extremity and free at the other*

Vite incastrata ad un estremo e libera dall'altro



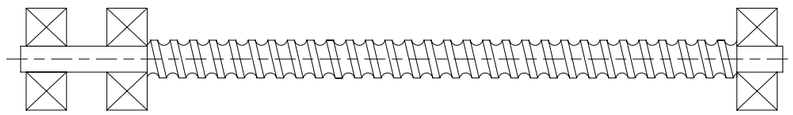
B *Screw supported at both extremities*

Vite appoggiata ai due estremi



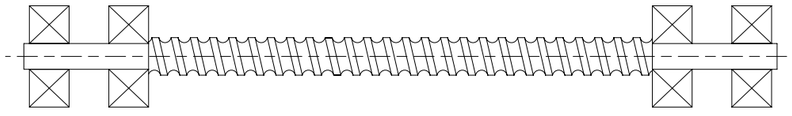
C *Screw fixed at one extremity and supported at the other*

Vite incastrata ad un estremo e appoggiata all'altro



D *Screw fixed at both ends*

Vite incastrata ai due estremi



COMBINED BENDING AND COMPRESSIVE LOAD

F_m *This must be checked where there are applications in which ball screws are subject to compressive stress. The value resulting from the equation below (Eulero's formula) must be compared to the value* ***C_o****. Value* ***F_p*** *must be lower than* ***C_o****.*

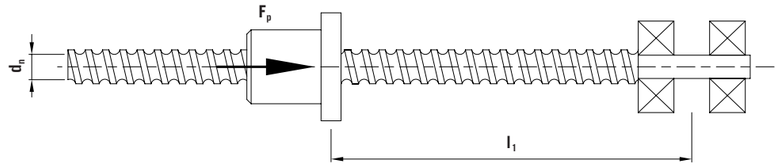
CARICO DI PUNTA

La verifica del carico di punta è necessaria quando si è in presenza di un carico che sollecita la vite a compressione. Il valore risultante dalla formula sotto riportata (formula di Eulero) dovrà essere confrontato con il valore di **C_o**. Il valore di **F_p** deve essere inferiore a **C_o**.

$$F_p = fm \cdot \frac{d_n^{\,4}}{l_1^{\,2}} \cdot 10^5 \quad \text{(N)}$$

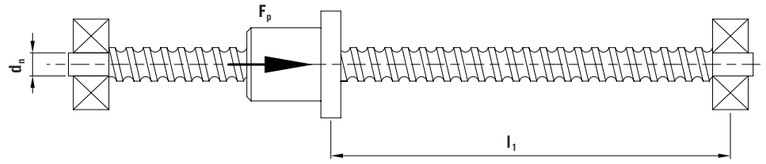
F_p	*combined bending and compressive load (N)*	F_p	carico di punta (n)
d_n	*screw nut diameter (mm)*	d_n	diametro di nocciolo della vite (mm)
l_1	*unsupported length (mm)*	l_1	lunghezza non supportata (mm)
fm	*coefficient relative to type of support*	fm	coefficiente relativo al tipo di supportazione

A



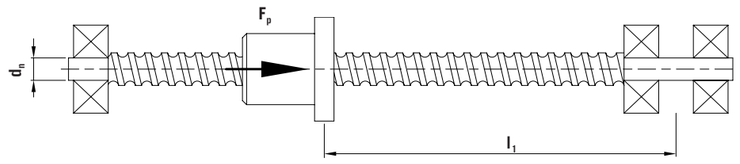
fm = 0,11

B



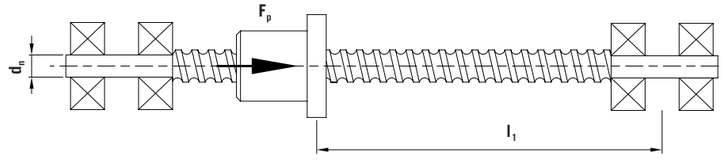
fm = 0,46

C



fm = 0,9

D



fm = 1,82

STATIC AND DYNAMIC LOAD

CARICO STATICO E CARICO DINAMICO

C_a Dinamic load (daN)

This is the constant unidirectional concentric axial load under the effect of which 90% of a high number of screws having the same characteristics reach a working life of 10^6 rotations.

Carico dinamico (daN)

È il carico assiale concentrico e costante unidirezionale sotto l'effetto del quale il 90% di un numero elevato di viti con le stesse caratteristiche raggiunge una durata di impiego pari a 10^6 giri.

C_o Static load (daN)

This is the concentric axial load applied to the non-rotating screw which produces a permanent deformation of both the balls and rolling track of 0.0001 times the diameter of the ball itself.

Carico statico (daN)

È il carico assiale concentrico applicato alla vite non rotante che produce una deformazione permanente delle sfere e della pista di rotolamento pari a 0.0001 volte il diametro della sfera stessa.

EXAMPLE

Life (in hours) in various recirculating ball screw application fields:

1,000÷5,000	*Electro-medical instruments and equipment*
5,000÷10,000	*Machines operated intermittently or for brief periods*
10,000÷20,000	*Machines run 8 hours a day but not continuously*
20,000÷30,000	*Machines run 8-10 hours a day continuously*
30,000÷50,000	*Machines run 16 hours a day continuously*
oltre 50,000	*Machines run 24 hours a day continuously.*

ESEMPI

Durata (ore) nei vari campi di applicazione delle viti a ricircolo di sfere:

1.000÷5.000	Strumenti-attrezzature elettromedicali
5.000÷10.000	Macchine funzionanti ad intermittenza o per brevi periodi
10.000÷20.000	Macchine funzionanti 8 ore al giorno non continuative
20.000÷30.000	Macchine con funzionamento continuo per 8-10 ore al giorno
30.000÷50.000	Macchine in funzionamento continuo per 16 ore al giorno
oltre 50.000	Macchine con funzionamento continuo per 24 ore al giorno.

LIFE CALCULATION

DURATA

*Taking into consideration the concept of "fatigue life", according to which in a series of screws having the same characteristics 90% of them will show no signs of wear after a certain number of cycles, their life can be calculated as follows (**L_h** stands for life in terms of hours and **L** for life in terms of number of revolutions).*

Riferendoci al concetto di durata a fatica, secondo il quale in una serie di viti con caratteristiche uguali, il 90% di esse non presenta fenomeni di usura dopo un determinato numero di cicli, possiamo indicare le relazioni che ci consentono di calcolare la durata in ore **L_h** e il numero di rotazioni **L**.

(n° rotazioni)

$$L = \left(\frac{C_a}{F_A \cdot k_a} \right)^3 \cdot 10^6$$

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n} \quad \text{(h)}$$

n	*RPM*	n	numero di giri/1'
K_a	*load coefficient:*	K_a	coefficiente di carico:
	***1-1.5** for moderate loads with no vibration*		**1-1.5** per carico leggero senza vibrazioni
	***1.5-2** for loads with slight knocks and vibrations*		**1.5-2** per carico con leggeri urti e vibrazioni
	***2-3** for loads with strong knocks and vibrations*		**2-3** per carico con forti urti e vibrazioni
C_a	*dynamic load (daN)*	C_a	carico dinamico (daN)
F_a	*constant axial load or F_m if the load is variable (daN)*	F_a	carico assiale costante oppure F_m se il carico è variabile (daN)

*When axial load is irregularly variable during operation, **F_a** must be replaced with average axial load **F_m** and the number of revolutions per minute **n** replaced with the average number of revolutions **n_m**.*

Quando il carico assiale presenta una variabilità irregolare durante il funzionamento, si dovrà sostituire **F_a** con il carico assiale medio **F_m** ed il numero di giri n con il numero di giri medio **n_m**.

(daN)

$$F_m = \sqrt[3]{\frac{F_1^3 \cdot n_1 \cdot t_1 + F_2^3 \cdot n_2 \cdot t_2 + \ldots F_n^3 \cdot n_n \cdot t_n}{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \ldots n_n \cdot t_n}}$$

(giri/1'/ *RPM)*

$$n_m = \frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \ldots n_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \ldots t_n}$$

$F_1, F_2, \ldots F_n$	*axial load values (daN)*	$F_1, F_2, \ldots F_n$	valori del carico assiale (daN)
$n_1, n_2, \ldots n_n$	*RPM*	$n_1, n_2, \ldots n_n$	numero di giri/1'
$t_1, t_2, \ldots t_n$	*intervention times in % $F_1, F_2, \ldots F_n$ and $n_1, n_2, \ldots n_n$*	$t_1, t_2, \ldots t_n$	tempo di intervento in % di $F_1, F_2, \ldots F_n$ e di $n_1, n_2, \ldots n_n$

If load varies linearly the following can be assumed:

Se il carico varia linearmente, si può assumere:

$$F_m = \frac{F_{min} + 2F_{max}}{3} \quad \text{(daN)}$$

F_{min}	*minimum axial load value*	F_{min}	valore del carico assiale minimo
F_{max}	*maximum axial load value*	F_{max}	valore del carico assiale massimo

$$n_m = \frac{n_{min} + 2n_{max}}{3} \quad \text{(daN)}$$

n_{min}	*minimum RPM*	n_{min}	numero di giri minimo
n_{max}	*maximum RPM*	n_{max}	numero di giri massimo

CRITICAL SPEED

N_{cr}

Another important factor to be taken into consideration when selecting recirculating ball screws is critical speed.
*This depends on the type of support, on core diameter **d_n** and on maximum free (unsupported) length **l_1**.*
In practice, critical speed must be 20% higher than actual operating speed in order to provide a sufficient safety margin.

$$n_{cr} = s \cdot \frac{d_n}{l_1^{\,2}} \cdot 10^7 \quad \text{(giri/1')} \quad \textit{(RPM)}$$

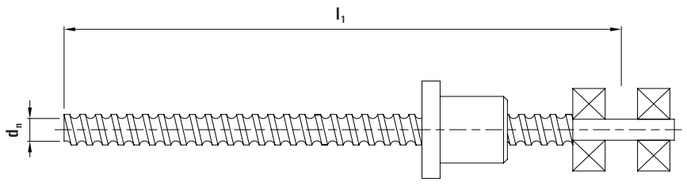
n_{cr} *critical speed (RPM)*
d_n *screw core diameter (mm)*
l_1 *free, unsupported length (mm)*
s *geometric factor*

VELOCITÀ CRITICA

Un altro elemento fondamentale nella scelta delle viti a ricircolazione di sfere è la velocità critica. Essa dipende dal tipo di supportazione, dal diametro di nocciolo **d_n** e dalla massima lunghezza libera **l_1** (non supportata); nell'utilizzo pratico dovrà essere superiore almeno di un 20% alla effettiva velocità di utilizzo per garantire un sufficiente margine di sicurezza.

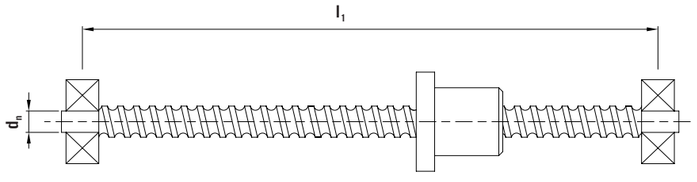
n_{cr} velocità critica (giri/1')
d_n diametro di nocciolo della vite (mm)
l_1 lunghezza libera non supportata (mm)
s fattore geometrico

A



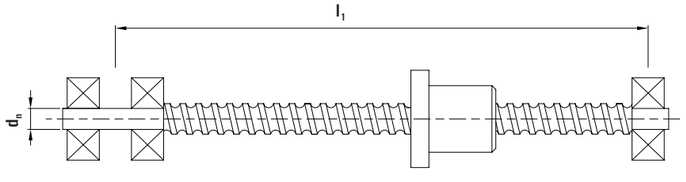
s = 3,4

B



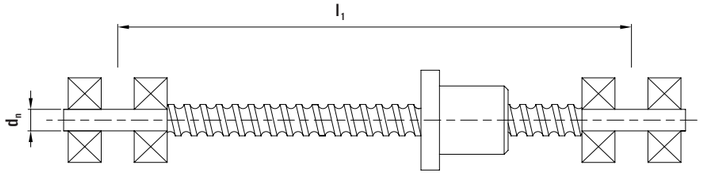
s = 9,7

C



s = 15,1

D



s = 21,9

BENDING OF SCREW DUE TO OWN WEIGHT

F_{max}

*Where ball screws are installed horizontally there is bending (**f_{max}**) caused by their own weight. While this effect is negligible where ball screws are of moderate length and weight, this bending becomes extremely important in larger screws as it leads to undesired radial (overhang) loads which influence both pitch error and the nuts. Where bending exceeds permissible values it is necessary to provide intermediate supports.*

$$f_{max} = \frac{F \cdot l_1^{\,3}}{kf \cdot d_0^{\,4} \cdot 10^4} \quad \text{(mm)}$$

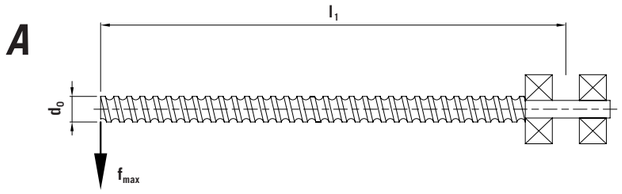
F *weight of screw itself (N)*
d_0 *nominal diameter of screw (mm)*
l_1 *free, unsupported length (mm)*
f_{max} *max bending (mm)*
kf *bending coefficient*

FLESSIONE DELLA VITE DOVUTA AL PESO PROPRIO

Nelle viti installate orizzontalmente si determina una flessione **f_{max}** dovuta al loro peso che, se trascurabile per lunghezze e pesi modesti, assume una notevole importanza nelle viti di dimensioni più elevate, in quanto essa influisce sia nell'errore di passo che sulla chiocciola determinando un carico radiale indesiderato. Ove il valore di questa flessione supera i valori ammessi, è necessario prevedere dei supporti intermedi.

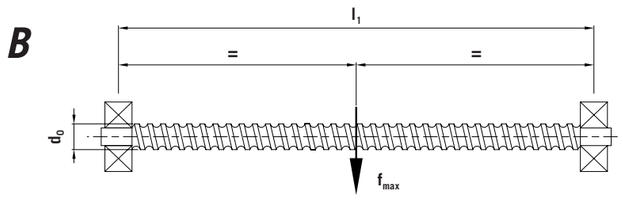
F peso proprio della vite (N)
d_0 diametro nominale della vite (mm)
l_1 lunghezza libera non supportata (mm)
f_{max} flessione max (mm)
k_f coefficiente di flessione

A



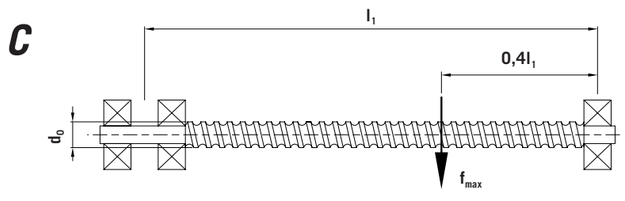
kf = 8

B



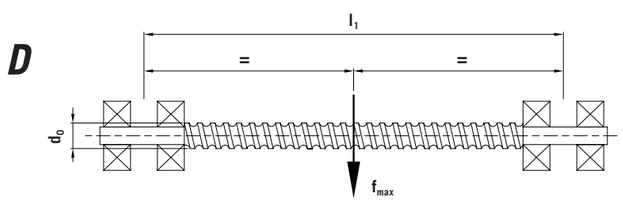
kf = 76,8

C



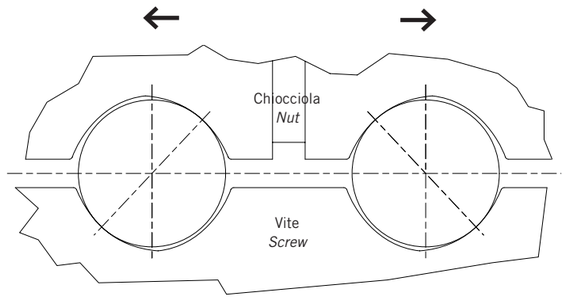
kf = 185

D

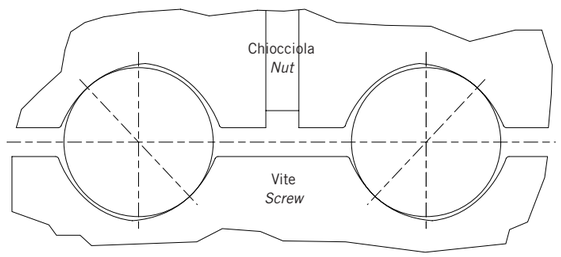


kf = 384

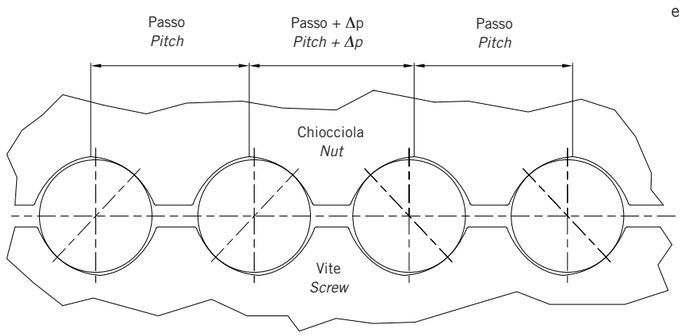
Precarico a trazione
Traction preload



Precarico a compressione
Compressive preload



Precarico su chiocciola singola
Preload on single screw



PRELOAD

In all those applications where extreme accuracy of positioning is essential, it is advisable to eliminate any play between the screw and the nut. This can be done by assembling two opposed nuts separated by a spacer and by applying a determined preload to eliminate any radial (overhang) and axial loads.
This procedure gives the whole system considerable rigidity; however, it is necessary to limit the preload according to certain values (approximately 0.12 x Ca) as higher values generate more friction and greater heating of the screw without conferring any appreciable advantage.
It is also possible to obtain a preload in a single nut via a variation in pitch at the centre of the nut itself during grinding (see diagram). If application data is known it is preferable to set the screw as a function of applied load and desired rigidity.

PRECARICO

Nelle applicazioni dove l'estrema precisione dei posizionamenti è fondamentale, è opportuno eliminare tutti i giochi esistenti fra la vite e la chiocciola; questo è possibile montando due chiocciole contrapposte separate da un distanziale e applicando un determinato precarico per annullare i giochi radiali e assiali. Questa operazione conferisce a tutto il sistema maggior rigidezza, però è necessario limitare il precarico secondo valori prestabiliti (indicativamente 0.12 x Ca) in quanto valori più elevati producono un maggiore attrito e riscaldamento della vite senza ottenere dei vantaggi apprezzabili.
È inoltre possibile ottenere un precarico in una chiocciola singola, tramite una variazione di passo al centro della chiocciola stessa, in fase di rettifica (vedi figura).
Se i dati di applicazione sono noti è preferibile effettuare una taratura in funzione del carico applicato e della rigidezza voluta.

RIGIDITY (daN/µm)

R_s

This is the rigidity in the ball contact zone in the case of two opposing and preloaded nuts with preload ***Pc = 0.10 •C_a*** *and applied external force* ***Fa=3 •Pc****. Rigidity* ***R_c*** *for a single nut under the same load* ***F_a*** *is equal to* ***0.5 •R_s****.*

In designing any precision machine with recirculating ball screws it is necessary to bear in mind the global rigidity of the kinematic complex (of which the screw is a part) made up of:
- *screw*
- *nut*
- *support bearings*

Screw rigidity is given by the following formula:

$$R_v = \frac{\pi d_m^{\,2} \cdot E}{4 \cdot l_1 \cdot 10^3} \quad \text{(daN/µm)}$$

- d_m *average diameter (on point of ball contact) (mm)*
- E *modulus of elasticity of steel 21,000 (daN/mm2)*
- l_1 *unsupported length (mm)*

Rigidity of the single nut is given by the following formula:

$$R_c = 0{,}5 \cdot R_s \quad \text{(daN/µm)}$$

- R_s *rigidity of balls as indicated in double nut dimensional tables*

The rigidity of the support bearings:

- R_f *depends on the type of bearings and on the type of support (values given in bearing catalogues)*

Global rigidity of the system is given by the formula:

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_f}$$

RIGIDEZZA (daN/µm)

È la rigidezza nella zona di contatto delle sfere per il caso di due chiocciole contrapposte e precaricate con precarico **Pc = 0.10 •C_a** e forza esterna applicata **F_a=3 •Pc**. La rigidezza **R_c** per una chiocciola singola sotto lo stesso carico **F_a** è uguale a **0.5 •R_S**.

Nella progettazione di una qualsiasi macchina di precisione con vite a ricircolo di sfere, occorre tenere in considerazione la rigidezza globale del complesso cinematico di cui fa parte la vite stessa composto da:
- vite
- chiocciola
- cuscinetti di supporto

La rigidezza della vite è data dalla formula:

$$R_v = \frac{\pi d_m^{\,2} \cdot E}{4 \cdot l_1 \cdot 10^3} \quad \text{(daN/µm)}$$

- d_m diametro medio (sul punto di contatto sfere) (mm)
- E modulo di elasticità dell'acciaio pari a 21.000 (daN/mm²)
- l_1 lunghezza non supportata (mm)

La rigidezza della chiocciola singola è data da:

$$R_c = 0{,}5 \cdot R_s \quad \text{(daN/µm)}$$

- R_s rigidezza delle sfere indicata nelle tabelle dimensionali delle doppie chiocciole

La rigidezza dei cuscinetti di supporto:

- R_f dipende dal tipo di cuscinetti e dal tipo di supporto (valori riportati sui cataloghi dei cuscinetti)

La rigidezza totale del sistema si ricava mediante la formula:

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_f}$$

MATERIALS

The table shows types of material used, types of heat treatment and obtained hardness values for the manufacture of B.B. recirculating ball screws.

	MATERIALI	TRATTAMENTO TERMICO	DUREZZA HRC
Screw	*Hardened and tempered steel*	*Induction*	58÷62
	Casehardening steel	*Casehardening and hardening*	
Nut	*Casehardening steel*	*Casehardening and hardening*	58÷62
Balls	100 Cr6	Tempra	60÷66

Where there are harsh environmental conditions, screws nuts and balls can be manufactured (on request) in corrosion-proof steel.

MATERIALI

Nella tabella sono riportati i materiali impiegati, i trattamenti termici adottati ed i valori di durezza ottenuti per la realizzazione delle viti a ricircolo di sfere BB.

	MATERIALI	TRATTAMENTO TERMICO	DUREZZA HRC
Vite	Acciaio da bonifica	Tempra induzione	58÷62
	Acciaio da cementazione	Cementazione e Tempra	
Chiocciola	Acciaio da cementazione	Cementazione e Tempra	58÷62
Sfere	100 Cr6	Tempra	60÷66

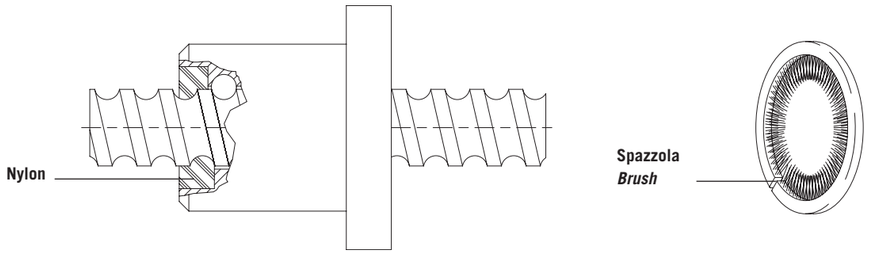
Dove particolari esigenze ambientali lo richiedono, possono essere fornite (a richiesta) viti, chiocciole e sfere costruite in acciaio resistente alla corrosione.

PROTECTION

For ground screws nylon seals are generally fitted; these are shaped specifically according to the profile and pitch of the product in question. For rolled screws brush-type seals are used. Brush seals are fitted the to nuts to prevent any foreign bodies or abrasives coming into contact with the balls and thus maintain optimum system functionality.

PROTEZIONI

Per viti rettificate vengono comunemente forniti raschiaolio in nylon, sagomati secondo i vari profili e passi, mentre per le viti rullate vengono usati raschiaolio a spazzola.
L'adozione di raschiaolio applicati alle chiocciole evita che corpi estranei o abrasivi vengano a contatto con le sfere, preservando così la funzionalità del sistema.



LUBRICATION

Recirculating balls screws can be lubricated with both oil and grease. When choosing one or the other it is important to evaluate the following comparative characteristics of each system.

Oil lubrication

- *Less heating on both nut and screw at high speed.*
- *Lubrication must be carried out more frequently; therefore a lubrication system will be required on continuous-operation applications.*
- *Lubricants to be used are generally the same as those used to lubricate the bearings.*

Grease lubrication

- *High speeds cause a substantial increase in working temperature.*
- *Lubrication required less frequently and therefore lubricating systems may not need to be installed.*
- *Grease can be used on bearings provided it is of adequate consistency.*

LUBRIFICAZIONE

Nella lubrificazione delle viti a ricircolazione di sfere è possibile utilizzare sia olio che grasso valutando attentamente le seguenti caratteristiche comparative fra i due sistemi.

Lubrificazione ad olio

- Riscaldamento vite e chiocciola più contenuto anche alle alte velocità.
- Intervalli di lubrificazione più frequenti (per cui per servizi continui è richiesto un impianto di lubrificazione).
- Utilizzo degli oli lubrificanti normalmente usati per la lubrificazione dei cuscinetti.

Lubrificazione a grasso

- Alle alte velocità si ha un sensibile aumento della temperatura di funzionamento.
- Intervalli di lubrificazione più lunghi con la possibilità, in molte applicazioni, di evitare gli impianti di lubrificazione.
- Impiego di grassi per cuscinetti di consistenza adeguata.

Lubricant can be introduced via the special holes on the nut. The table below shows the approximate lubricant viscosity values to be adopted according to relevant operating conditions.

Il lubrificante potrà essere inserito tramite l'apposito foro filettato posto sulla chiocciola. La tabella sottostante riporta i valori indicativi delle viscosità degli oli da adottare in funzione delle condizioni di utilizzo.

example
d_0 40 mm
n 800 giri/1'
T 40 °C
⇒ viscosità = 45 mm²/s

esempio
d_0 40 mm
n 800 giri/1'
T 40 °C
⇒ viscosità = 45 mm²/s

d_0	*nominal screw diameter*
n	*RPM*
T	*working temperature*

d_0	diametro nominale della vite
n	numero di giri/1'
T	temperatura di esercizio

d_0 \ n	20	50	80	100	150	200	300	400	500	800	1000	1500	2000	3000
12														
16														
20														
25														
32														
40														
50														
63														
80														
100														
T \ n	20	50	80	100	150	200	300	400	500	800	1000	1500	2000	3000
20°C		220	150	100	68		45	32		22	15		10	
40°C	460	320	220	150	100		68	45		32	22		15	
60°C	460	460	320	220	150		100	68		45	32		22	

VISCOSITY mm² / s - VISCOSITÀ mm² / s

PITCH ACCURACY

Standards indicate a determined pitch accuracy measured on specified actual length. Values refer to measurements taken at an ambient temperature of 20°C.
*The 4 essential values (**V_{300p}**, **$V_{2\pi p}$**, **e_p**, **V_{up}**) which determine pitch accuracy are given in the tables below*
*(**in compliance with ISO 3408-3 standards**).*

PRECISIONE DEL PASSO

Le normative indicano una determinata precisione del passo rilevata sulla lunghezza utile specificata. I valori sono riferiti a rilievi effettuati ad una temperatura ambiente di 20°C. I 4 valori fondamentali (**V_{300p}**, **$V_{2\pi p}$**, **e_p**, **V_{up}**) che determinano la precisione del passo sono riportati nelle tabelle seguenti (**Conformi a norme ISO 3408-3**).

CLASSE ISO - ISO CLASSE

	1	3	5	7
V_{300p} (mm)	0,006	0,012	0,023	0,052
$V_{2\pi p}$ (mm)	0,004	0,006	0,008	0,010

L_u (mm)	E_P	V_{UP}	E_P	V_{UP}	E_P	V_{UP}	E_P	V_{UP}
0÷315	0,006	0,006	0,012	0,012	0,023	0,023		
315 ÷ 400	0,007	0,006	0,013	0,012	0,025	0,025		
400 ÷ 500	0,008	0,007	0,015	0,013	0,027	0,026		
500 ÷ 630	0,009	0,007	0,016	0,014	0,030	0,029		
630 ÷ 800	0,010	0,008	0,018	0,016	0,035	0,031		
800 ÷ 1000	0,011	0,009	0,021	0,017	0,040	0,035		
1000 ÷ 1250	0,013	0,010	0,024	0,019	0,046	0,039		
1250 ÷ 1600	0,015	0,011	0,029	0,022	0,054	0,044		
1600 ÷ 2000	0,018	0,013	0,035	0,025	0,065	0,051		
2000 ÷ 2500	0,022	0,015	0,041	0,029	0,077	0,059		
2500 ÷ 3150	0,026	0,017	0,050	0,034	0,093	0,069		
3150 ÷ 4000	0,032	0,021	0,062	0,041	0,115	0,082		
4000 ÷ 5000	-	-	0,076	0,049	0,140	0,099		
5000 ÷ 6300	-	-	-	-	0,170	0,119		

The following graphs show "admissible deviation of nominal threaded length" and "admissible deviation of specified threaded length".

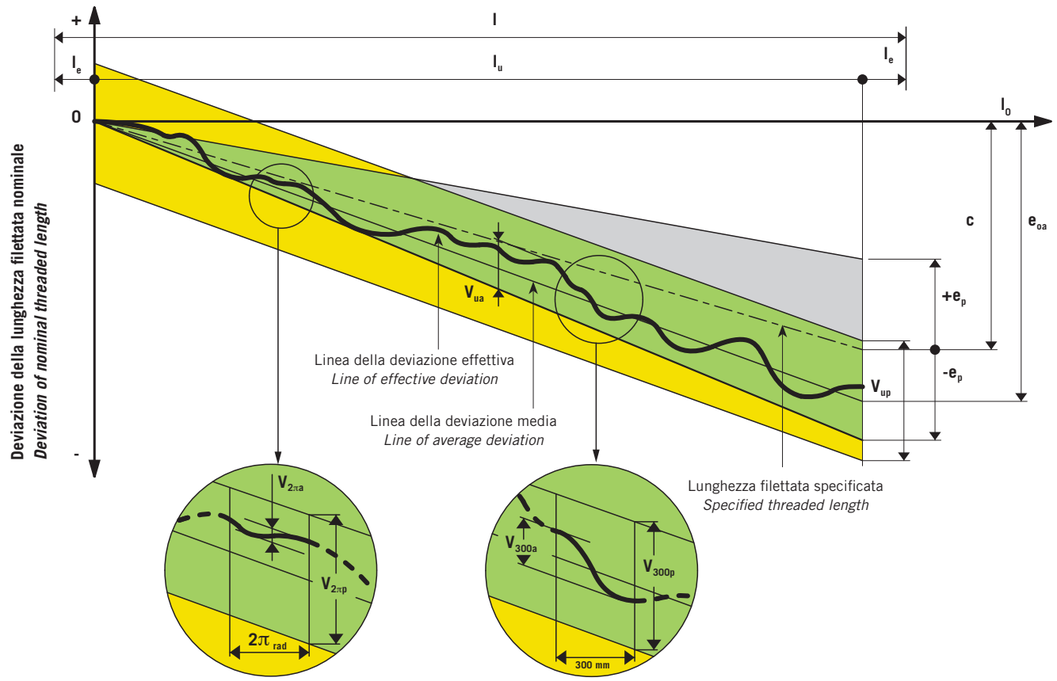
I grafici seguenti riportano rispettivamente la "Deviazione ammissibile della lunghezza filettata nominale" e la "Deviazione ammissibile della lunghezza filettata specificata".

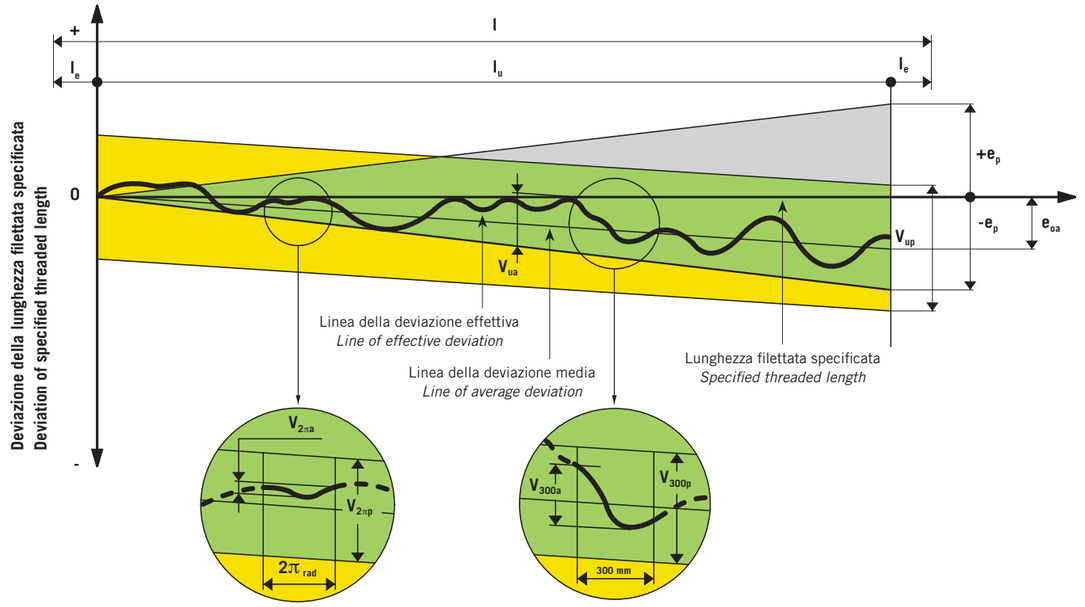
Measurement symbols

- *l Threaded length*
- *l_0 Nominal length*
- *l_u Actual length (on which measurements have to be carried out)*
- *l_e Over-run (threaded length not subject to prescribed precision)*
- *c Any variation (usually negative) of specified actual length to compensate for the predictable lengthening caused by temperature increase or action of significant axial loads*
- *e_p Field of tolerance relative to average deviation of specified threaded length.*
- *e_{oa} Total deviation of nominal threaded length*
- *e_{sa} Total deviation of specified threaded length*
- *V_{up} Maximum admissible deviation of pitch on actual length l_u*
- *V_{ua} Maximum real deviation of pitch on actual length l_u*
- *V_{300p} Maximum admissible deviation of pitch over a 300 mm tract*
- *V_{300a} Maximum real deviation of pitch over a 300 mm tract*
- *$V_{2\pi p}$ Maximum admissible deviation of pitch referred to one turn of screw*
- *$V_{2\pi a}$ Maximum real deviation of pitch referred to one turn of screw*

Simboli delle grandezze

- l Lunghezza filettata
- l_0 Lunghezza nominale
- l_u Lunghezza utile (sulla quale devono essere effettuati i rilievi)
- l_e Extracorsa (tratto filettato non soggetto alla precisione prescritta)
- c Eventuale variazione (generalmente negativa) della lunghezza filettata specificata per compensare prevedibili allungamenti dovuti ad aumenti di temperatura o all'azione di carichi assiali rilevanti
- e_p Campo di tolleranza relativo alla deviazione media della lunghezza filettata specificata
- e_{oa} Deviazione totale della lunghezza filettata nominale
- e_{sa} Deviazione totale della lunghezza filettata specificata
- V_{up} Massima deviazione ammissibile del passo sul tratto utile l_u
- V_{ua} Massima deviazione reale del passo sul tratto utile l_u
- V_{300p} Massima deviazione ammissibile del passo in un tratto di 300 mm
- V_{300a} Massima deviazione reale del passo in un tratto di 300 mm
- $V_{2\pi p}$ Massima deviazione ammissibile del passo riferita ad un giro della vite
- $V_{2\pi a}$ Massima deviazione reale del passo riferita ad un giro della vite





Campo di tolleranza ammissibile per la linea della deviazione media
Admissible field of tole-rance for line of average deviation

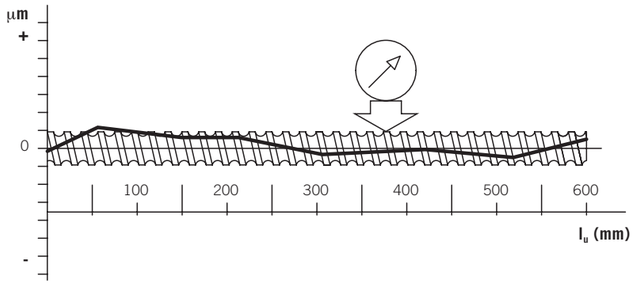
Campo di variazione ammissibile per la lunghezza filettata su tutta la lunghezza l_u
Admissible field of varia-tion for threaded length over total length l_u

TESTS AND CERTIFICATIONS

Upon request the following certifications can be supplied:

Pitch test

A graph illustrating pitch deviation is provided by means of a laser measuring device and compared with the values of the specified accuracy class.



CONTROLLI E CERTIFICAZIONI

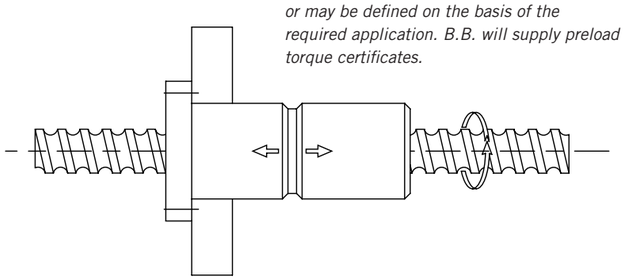
A richiesta possono essere fornite le seguenti certificazioni:

Controllo del passo

Verrà fornito il grafico con la deviazione del passo rilevata con un sistema laser e confrontata con i valori della classe di precisione specificata.

Preload torque

Preload (without application of any other forces) may be of traction or compressive type according to customer's specifications or may be defined on the basis of the required application. B.B. will supply preload torque certificates.

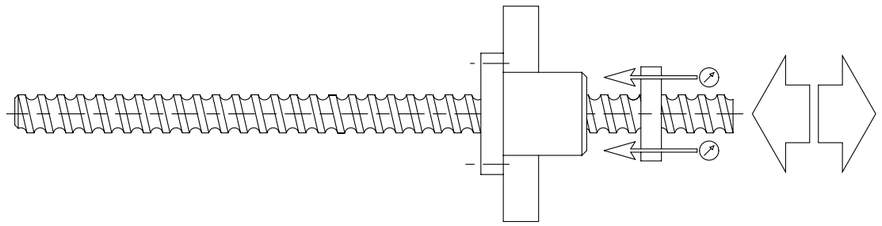


Coppia di precarico

Il precarico, applicato a vuoto, può essere a trazione o a compressione, secondo le indicazioni del cliente oppure definito in base alle esigenze applicative. La B.B. produrrà la certificazione relativa alla coppia di precarico misurata con appositi strumenti.

Rigidity

Customers are supplied with a document indicating elastic deformation values under the effect of determined axial loads.



Rigidezza

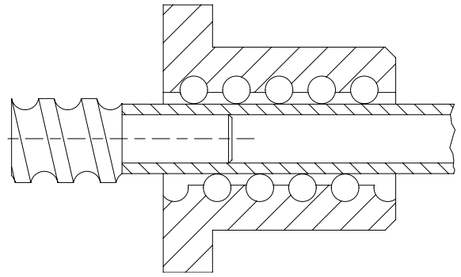
Nel documento consegnato al cliente verranno indicati i valori delle deformazioni elastiche sotto l'effetto di determinati carichi assiali.

USE AND MAINTENANCE

- *It is good practice to remove screws and nuts from their packaging carefully so as to prevent any damage which might shorten their working life.*
- *Once removed from packaging screws should be laid on plastic or wooden "V" supports to avoid bending*
- *Do not remove the nut from the relative screw unless you are in possession of the bushing that keeps the balls in place.*
- *Our professional, highly skilled staff are at your disposal should you encounter any problems.*

USO E MANUTENZIONE

- È buona norma rimuovere con cautela le viti e le chiocciole dai loro imballi per prevenire danneggiamenti che potrebbero ridurne la durata.
- Le viti conservate fuori dagli imballi devono giacere su blocchi a "V" di legno o di plastica in modo che non flettano.
- Evitare di smontare la chiocciola dalla relativa vite se non si è in possesso dell'apposita bussola che mantiene le sfere in posizione.
- Per qualsiasi problema la nostra professionalità ed esperienza è al Vostro servizio.



OVERHAULS

B.B. effects full overhauls on all types of recirculating ball screws, restoring them to full working order and optimum performance quickly.

REVISIONI

B.B. esegue revisioni su tutti i tipi di viti a ricircolo ripristinandone la funzionalità in tempi molto ristretti.

ROLLED RECIRCULATING BALL SCREWS

In many applications it is possible to use ball screws manufactured using a special rolling process which gives acceptable accuracy at moderate costs.
During the raw material plastic deformation process a considerable increase in hardness, traction and fatigue resistance is determined by the retightening and lengthening of grains in the direction of the deforming forces.
Roughness of these surfaces is inferior to that obtained using any cutting process.
Screws are manufactured with hardened and tempered steel (hardness rating 58-62 HRC).
Nuts are made out of casehardening steel which is subsequently casehardened, tempered and ground.

The main characteristics of the ball screws in our production range are given below:

VITI A RICIRCOLO DI SFERE RULLATE

In molte applicazioni è possibile utilizzare viti prodotte con un procedimento di rullatura che consente di ottenere precisioni accettabili a costi contenuti. Nella fase di deformazione plastica del materiale, si verifica un riavvitamento ed un allungamento dei grani nella direzione delle forze di deformazione che determina un sensibile aumento della durezza, della resistenza a trazione e della resistenza a fatica rispetto a quella iniziale di semilavorato.
Le superfici rullate presentano una rugosità inferiore a quella ottenuta con qualsiasi metodo di taglio; le viti vengono realizzate con acciaio da bonifica temprato a induzione (durezza 58÷62 HRC) e le chiocciole in acciaio da cementazione, successivamente cementate, temprate (58÷62 HRC) e rettificate.

Riportiamo di seguito le caratteristiche delle viti rullate previste nella nostra gamma di produzione.

V_{300p}	C7	± 0,05 mm
	C8	± 0,10 mm
	C10	± 0,21 mm

ISO 3408-3 classes / Classi ISO 3408-3

RANGE OF ROLLED SCREWS

Standard rolled recirculating ball screws

A vast range of screws and nuts is available at our warehouse ready for shipment.
As these are sold separately we are unable to guarantee a play of less than 0.05 mm for diameters ranging from 14 to 25 or less than 0.10 mm for diameters ranging from 25 to 63 (RUD-RU-SC-FC nuts).

Selected rolled recirculating ball screws

These screws have been individually pitch tested and comply with ISO C7 precision standards (±0.05 mm/300mm) (RUD-RU-SC-FC nuts).

Factory-assembled rolled recirculating ball screws

These have less axial play than those sold separately from the nuts, with values ranging from 0.005 mm to 0.010 mm via careful ball selection.

GAMMA DELLE VITI RULLATE

Viti a ricircolo di sfere rullate standard

Una vasta gamma di viti e chiocciole è disponibile a magazzino pronta per la consegna. Sono vendute separatamente quindi non possiamo garantire un gioco inferiore a 0,05 mm per diametri da 14 a 25, inferiore a 0,10 mm per diametri da 25 a 63 (chiocciole tipo RUD-RU-SC-FC).

Viti a ricircolo di sfere rullate selezionate

Si tratta di viti il cui passo è stato testato singolarmente ed è conforme al livello di precisione ISO C7 (±0,05 mm/300 mm) (chiocciole tipo RUD-RU-SC-FC)

Viti a ricircolo di sfere rullate montate in stabilimento

Garantiscono un gioco assiale inferiore a quelle vendute separatamente dalle chiocciole, con valori da 0,005 mm a 0,010 mm tramite la selezione delle sfere.

MACHINING OF EXTREMITIES OF ROLLED SCREWS

The B.B. workshop produces rolled screws ranging in length from 3 m to 6 m and various types of standard nut (see dimensional tables) so as t o meet every possible customer need: B.B. also guarantees warehouse availability of both screws and nuts and fast delivery times.
The extremity may be machined by the customer or, if required, by BB.

In order to prevent errors which might compromise proper screw performance it is good practice to observe the following work cycle:

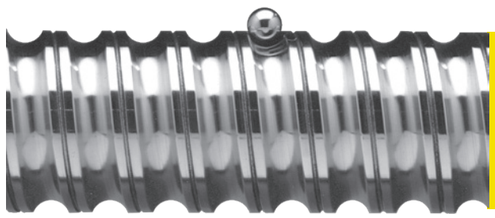
- *Cut to desired length*
- *Tempering of the part to be worked*
- *Facing and alignment from both sides*
- *Straightening on the tailstock*
- *Lathe roughing*
- *Accurate straightening on the tailstock*
- *Lathe finishing (metric screw threads, head holes etc)*
- *Milling (splines, flat surfaces etc.)*
- *Grinding*
- *Accurate tapering of thread on both sides*
- *Assembly of nut (see Use and Maintenance).*

LAVORAZIONE DELLE ESTREMITÀ DELLE VITI RULLATE

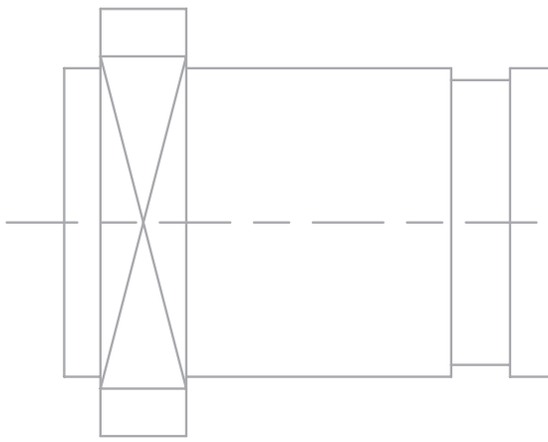
L'Officina Meccanica B.B. produce viti rullate con lunghezze da 3 mt a 6 mt e varie tipologie di chiocciole standard (vedi tabelle dimensionali) per potere soddisfare ogni esigenza del cliente; garantisce inoltre disponibilità a magazzino sia di viti che di chiocciole, e consegna in tempi brevi.
La lavorazione delle estremità può essere eseguita dal cliente oppure, su richiesta, dalla B.B. stessa.

Al fine di evitare errori costruttivi che andrebbero a pregiudicare il corretto funzionamento della vite, è buona norma attenersi al seguente ciclo di lavorazione:

- Taglio a lunghezza voluta
- Rinvenimento delle parti da lavorare
- Sfacciatura e centraggio da ambo i lati
- Raddrizzatura sulle contropunte
- Sgrossatura di tornitura
- Raddrizzatura accurata sulle contropunte
- Finitura di tornitura (filetti metrici, forature di testa, ecc.)
- Fresature (chiavette, piani, ecc.)
- Rettifica
- Rastrematura accurata del filetto da ambo i lati
- Montaggio chiocciola (vedi "Uso e manutenzione")



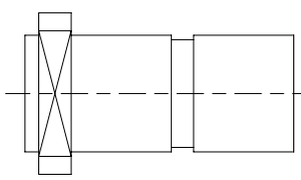
The rolled screws range in length from 3 m to 6 m
Le viti rullate misurano dai 3 mt ai 6 mt



TYPES OF NUT

TIPOLOGIE DELLE CHIOCCIOLE

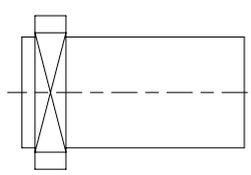
DF



Double preloaded nut
TYPE DIN 69051/5 (for ground screws)

Chiocciola doppia precaricata
TIPO DIN 69051/5 (per viti rettificate)

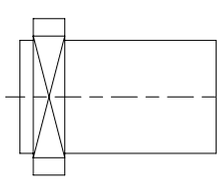
SFP



Single preloaded nut
TYPE DIN 69051/5 (for ground screws)

Chiocciola singola precaricata
TIPO DIN 69051/5 (per viti rettificate)

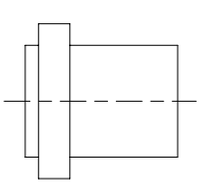
RUD



Single flanged nut
TYPE DIN 69051/5 (for rolled nuts)

Chiocciola singola flangiata
TIPO DIN 69051/5 (per viti rullate)

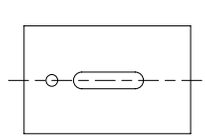
RU



Standard single flanged nut
(for rolled nuts)

Chiocciola singola flangiata standard
(per viti rullate)

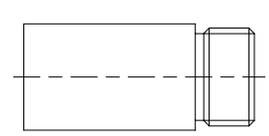
SC



Single cylindrical nut
(for ground and rolled screws)

Chiocciola singola cilindrica
(per viti rettificate e rullate)

FC



Single cylindrical nut with thread
(for rolled nuts)

Chiocciola singola cilindrica con filetto
(per viti rullate)

NOTE
B.B. can also supply made-to-measure nuts according to specific customer requirements

NOTA
La B.B. è in grado di fornire tipologie di chiocciole personalizzate, secondo le esigenze del cliente